

Результати дослідження показали, що термостійкий шліфпорошок марки К9 250/200 має задовільні показники міцності, після лазерної обробки у порівнянні з найбільш вживаним марки КВ. Це відкриває перспективи ефективного його використання при формуванні інструментальних композитів методом лазерного селективного спікання.

Проведений комплекс досліджень показав, що шліфпорошки термостійкої марки КНБ «янтарної» модифікації є перспективними для виготовлення ріжучого інструменту методом лазерного термдеформаційного спікання.

УДК 621.762

Гордієнко О.О., студ.; Гончарук О.О., ас.; Нещеретов С.А. шк.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЛАЗЕРНОМУ СПІКАННІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ

Як було встановлено раніше, КНБ має високу поглинальну здатність лазерного випромінювання з довжиною хвилі 10,6 мкм – (80 – 90)%, металева зв'язка – (40 – 60)%. З появою на ринку обладнання потужних волоконних лазерів з довжиною хвилі випромінювання 1,06 мкм, к.к.д. яких становить 40-60 %, особливого значення набуває з'ясування закономірностей зміни поглинальної здатності зерен КНБ різних марок, металевих зв'язуючих та їх композицій при різних умовах опромінення.

Наступним кроком є визначення критичних значень інтенсивності і часу лазерного опромінення, при яких зерна КНБ безпосередньо, а також в складі композиту зі зв'язуючим, втрачають свою міцність і руйнуються.

Для пошуку областей змінювання значень умов опромінювання та їх меж, при яких відбувається нагрівання зерен КНБ вище критичних проводилось математичне моделювання. Для цього використовувалось диференційне рівняння в часткових похідних, що описує процес розповсюдження тепла в трьохвимірному неоднородному середовищі в циліндричній системі координат.

На базі результатів моделювання проводились експериментальні дослідження процесу лазерного спікання НТМ вміщуючих композитів. При цьому на поверхню підкладки наносилось шликерне покриття (висушене пастоподібне зв'язуюче з рівномірно розташованими зернами КНБ) різної товщини.

Схема виготовлення робочого шару круга для абразивної обробки, що містить суміш зерен КНБ зі зв'язуючим, застосуванням лазерного спікання наведена на рисунку 1. Сталевий корпус круга розміщують між двома мідними дисками - матрицями. В одній із матриць по колу виготовлене заглиблення, форма і розміри якого відповідають формі і розмірам НТМ вміщуючого шару.

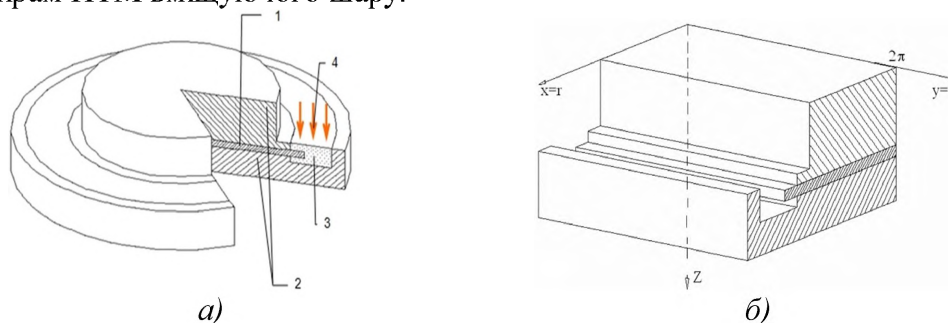


Рис. 1. Схема об'єкта моделювання (а) та розрахункова область (б).

В це заглиблення примусово доставляється суміш зерен КНБ і металевого порошку зв'язуючого. На суміш діє промінь лазера, що рухається зі швидкістю V.

Високотемпературний нагрів периферійної частини корпусу круга і зв'язуючого призводить до їх сплавлення і утворення між ними металургійного зв'язку. Одночасно розплавляється суміш зв'язуючого в якому розміщені зернами КНБ. На етапі охолодження при температурах, коли зв'язуюче знаходиться в пластичному стані, спечений шар механічно ущільнюється спеціальним металевим роликом. Для розробки технології лазерного термдеформаційного спікання необхідно визначити рівень температур та закономірності їх розподілу по шару, що спікається, в залежності від властивостей порошкової суміші і матеріалу матриці, умов лазерного опромінення, характеристик відносного руху. Нехай густина потужності променя q рівномірно розподілена по його зоні впливу, яка має вигляд прямокутника, довжина якого співпадає з розміром поглиблення нижньої матриці (7мм), а ширина – 0.7мм (0.006рад). Фізичну область (систему циліндрів) можна представити у декартовій системі координат з висями OX, OY, OZ , як розрахункову область у вигляді прямокутних паралелепіпедів (рисунок 1а), причому координатам r, φ, z відповідають координати x, y, z . Велика потужність випромінювання та малі розміри зони фокусування приводять до великих градієнтів температурного поля, що істотно ускладнює процес моделювання.

Моделювання показало, що при певних умовах використовуючи лазерне випромінювання можна послідовно на периферії металевого корпусу круга сформувати шар композиту шириною 5-7 мм, товщиною 0,5 - 1 мм і більше. При лазерному опроміненні на рівень температур порошкової суміші найбільший вплив має густина потужності випромінювання. При спіканні композитів з різними зв'язуючим, що мають відмінні температури плавлення (300-1500)°C, керувати їх рівнем потрібно зміною потужності випромінювання у межах 500 – 2000 Вт. При цьому розміри зони фокусування доцільно залишати постійними. Іншим найважливішим параметром процесу є товщина спеченого шару композиту за одне обертання, що визначається швидкістю відносного руху, яка лежить в межах 0,2 – 1 м/хв. Можливі і інші схеми спікання, коли матриця обертається і одночасно переміщується у радіальному напрямку, що можна принципово застосовувати при обмежених енергетичних параметрах лазерного випромінювання. На рисунку 2 наведені результати моделювання одного із варіантів лазерного спікання НТМ вміщуючого шару круга.

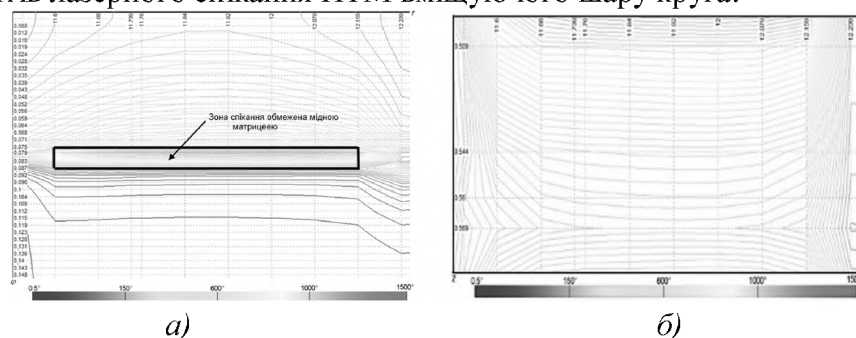


Рис. 2. Ізолінії температурного поля у горизонтальному (а) та вертикальному перерізах області моделювання: час $t=0.8209$ для $\phi=0.08$.

За допомогою математичної моделі процесу лазерного спікання абразивних композитів з КНБ, в якості якої використано тривимірну нелінійну нестационарну задачу теплопровідності в частинних похідних, визначені діапазони змінювання основних технологічних параметрів лазерного спікання: потужність випромінювання 0,3 – 1,0 кВт, діаметр зони фокусування 0,7 – 3,0 мм, амплітуда сканування 7 мм, частота сканування 150 – 200 Гц, швидкість руху лазерного випромінювання 0,2 – 2,0 м/хв.